



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 19 936 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 01 K 23/10
F 02 C 6/18

②1 Aktenzeichen: P 43 19 936.4
②2 Anmeldetag: 16. 6. 93
④3 Offenlegungstag: 22. 12. 94

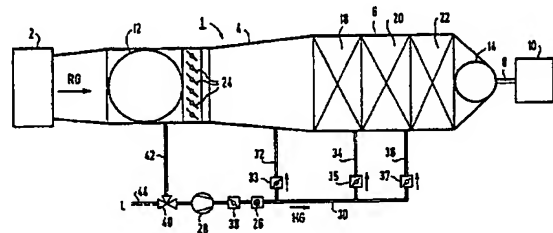
DE 43 19 936 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Kessler, Alfred, Dipl.-Ing., 8501 Heroldsberg, DE;
Schmid, Erich, Dipl.-Ing. (FH), 8525 Rathsb. DE

⑤4 Gasturbinenanlage mit nachgeschaltetem Abhitzedampferzeuger

⑤7 Die Gasturbinenanlage (1) umfaßt einen der Gasturbine (2) über einen Rauchgaskanal (4) nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger (6) zur Erzeugung von Dampf, insbesondere für eine Dampfturbine (10), wobei der Rauchgaskanal (4) und der Abhitzedampferzeuger (6) ein Kanalsystem bilden. Um mit einfachen Mitteln eine wirtschaftliche Betriebsweise unabhängig vom Betriebszustand der Gasturbine (2) zu ermöglichen, ist erfindungsgemäß eine außerhalb des Kanalsystems (4, 6) angeordnete Zusatzfeuerungsanlage (26, 28, 26', 28') zur Erzeugung von Heißgas (HG) vorgesehen, das in das Kanalsystem (4, 6) einbringbar ist.



DE 43 19 936 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenanlage mit einem der Gasturbine über einen Rauchgaskanal nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger zur Erzeugung von Dampf für einen Wärmeverbraucher, insbesondere für eine Dampfturbine.

Bei einer Gasturbinenanlage wird die im entspannten Rauchgas aus der Gasturbine enthaltene Wärme zur Erzeugung von Dampf für eine Dampfturbine und/oder einen anderen Wärmeverbraucher (Prozeßdampf, Fernwärme) genutzt. Die Wärmeübertragung erfolgt in einem der Gasturbine über den Rauchgaskanal nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger. Dazu sind in dem Abhitzedampferzeuger Heizflächen in Form von Rohrbündeln angeordnet, die in einen üblicherweise aus mehreren Druckstufen aufgebauten Wasser-Dampf-Kreislauf geschaltet sind. Bei einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage ist in den Wasser-Dampf-Kreislauf die Dampfturbine geschaltet. Der Rauchgaskanal und der Abhitzedampferzeuger bilden ein Kanalsystem für das aus der Gasturbine austretende heiße Rauchgas.

Für den Fall, daß die Gasturbine ausfällt oder abgeschaltet wird, kühlt der Abhitzedampferzeuger zwangsläufig um einen bestimmten Temperaturbetrag ab. Beim erneuten Anfahren der Anlage verlängert sich daher der Anfahrvorgang um die zum erneuten Aufheizen des Abhitzedampferzeugers um diesen Temperaturbetrag benötigte Zeit (Warmstart). Wird die Anlage aus kaltem Zustand angefahren, so dauert der Anfahrvorgang entsprechend länger (Kaltstart). Lange Stillstandszeiten und ein Auskühlen des Abhitzedampferzeugers können außerdem zu einer Taupunktunterschreitung mit einer erhöhten Korrosionsgefahr an den Heizflächen des Abhitzedampferzeugers führen. Um eine solche Taupunktunterschreitung im Abhitzedampferzeuger zu vermeiden, wird daher häufig ein zusätzliches Warmluftgebläse eingesetzt.

Um bei einer Gasturbinenanlage, insbesondere bei einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage, mit Fernwärme- oder Prozeßdampfauskopplung eine kontinuierliche Dampferzeugung sicherzustellen, werden üblicherweise Dampfspeicher verwendet. Diese übernehmen die Dampflieferung während der Zeit, die ein Hilfskessel nach dem Abschalten der Gasturbine für die Übernahme der gesamten Dampflieferung benötigt. Der Betrieb einer derartigen Anlage mit zusätzlichem Dampfspeicher und Hilfskessel zur kontinuierlichen Dampferzeugung während der Stillstandsphase der Gasturbine ist allerdings besonders aufwendig und daher unwirtschaftlich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbinenanlage der eingangs genannten Art mit einfachen Mitteln derart weiterzubilden, daß unabhängig vom Betriebszustand der Gasturbine eine wirtschaftliche Betriebsweise möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine außerhalb des Kanalsystems vorgesehene Zusatzfeuerungsanlage zur Erzeugung von Heißgas, das in das Kanalsystem einbringbar ist.

Durch die Erzeugung von Heißgas in der außerhalb des Kanalsystems vorgesehenen Zusatzfeuerungsanlage kann der Abhitzedampferzeuger auch bei betriebsbedingt abgeschalteter Gasturbine oder bei Bedarf einer zusätzlichen Feuerung auf einer gewünschten Temperatur gehalten werden. Dadurch ist z. B. ein Warmstart aus einem entsprechend hohen Temperaturniveau

möglich, so daß die Zeit zum Wiederaufstart der Anlage praktisch von der Stillstandszeit der Gasturbine unabhängig ist.

Die Zusatzfeuerungsanlage umfaßt mindestens einen, vorzugsweise mehrere am Kanalsystem symmetrisch angeordnete, Brenner und mindestens ein Gebläse. Der oder jeder Brenner kann in jeweils eine außerhalb des Kanalsystems verlaufende Gasleitung geschaltet sein. Alternativ können mehrere Brenner auch direkt an das Kanalsystem angebaut sein, wobei diese dann vorteilhafterweise über eine gemeinsame Gasleitung mit dem Gebläse verbunden sind.

Der mit Heizöl oder Erdgas betriebene Brenner wird über das Gebläse mit Rauchgas aus der Gasturbine und/oder mit Frischluft als Verbrennungsluft versorgt. Dazu ist zweckmäßigerweise die Saugseite des Gebläses über eine Gasweiche mit einer an den Rauchgaskanal angeschlossenen Rauchgasleitung und mit einer Frischluftleitung verbunden.

In zweckmäßiger Weiterbildung ist die Gasleitung an mehreren Stellen mit dem Kanalsystem verbunden. Dazu weist die Gasleitung vorteilhafterweise eine erste Teilleitung auf, die in den Rauchgaskanal mündet oder an einen dort angebrachten Brenner führt. Eine zweite oder auch mehrere Teilleitungen der Gasleitung führen an den Abhitzedampferzeuger. Bei einem Abhitzedampferzeuger mit in einen Niederdruck-, einen Mittel- und einen Hochdruckteil unterteilten Heizflächenabschnitten kann das Heißgas direkt vor den jeweiligen Heizflächenabschnitt geführt werden. In jede Teilleitung ist eine Klappe geschaltet, so daß einerseits der Ort der Zuführung des Heißgases in das Kanalsystem gewählt und andererseits die jeweilige zuzuführende Heißgasmenge pro Zeiteinheit eingestellt werden kann.

Durch Zumischen von Heißgas aus der Zusatzfeuerungsanlage zu dem heißen Rauchgas aus der Gasturbine kann die Temperatur des Rauchgases bei Eintritt in den Abhitzedampferzeuger unabhängig von der Umgebungstemperatur konstant gehalten werden. Dazu ist zweckmäßigerweise die Temperatur des Heißgases einstellbar.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die separate Zusatzfeuerungsanlage auch bei einem Absinken der Außentemperatur eine kontinuierliche Dampferzeugung gewährleistet ist. Durch die Anordnung der Zusatzfeuerungsanlage außerhalb des Kanalsystems kann die Gasturbinenanlage auch bei einer Reparatur oder einer Revision der Zusatzfeuerungsanlage in Betrieb bleiben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 in einer Draufsicht eine Gasturbinenanlage mit nachgeschaltetem Abhitzedampferzeuger sowie mit einer außerhalb deren Kanalsystems vorgesehenen Zusatzfeuerungsanlage, und

Fig. 2 eine Gasturbinenanlage gemäß Fig. 1 mit einer alternativen Anordnung der Zusatzfeuerungsanlage außerhalb des Kanalsystems.

Einander entsprechende Teile sind in beiden Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Gasturbinenanlage 1 gemäß den Fig. 1 und 2 umfaßt eine Gasturbine 2 und einen dieser über einen Rauchgaskanal 4 nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger 6. An den Abhitzedampferzeuger 6 ist über eine Dampfleitung 8 eine Dampfturbine 10 angeschlossen. Die Gasturbinenanlage 1 bildet zusammen mit der Dampfturbine 10 eine kombinierte Gas- und Dampfturbinenanlage. Der Rauchgaskanal 4 und der Abhitzedampferzeuger 6 sind in der Draufsicht von Fig. 1 symmetrisch zur Mittelachse 12 angeordnet. Der Abhitzedampferzeuger 6 ist in der Draufsicht von Fig. 1 in zwei Hälften 6a und 6b unterteilt. Die Hälften 6a und 6b sind über eine Dampfleitung 8 mit der Dampfturbine 10 verbunden. Die Dampfturbine 10 ist in der Draufsicht von Fig. 1 in zwei Hälften 10a und 10b unterteilt. Die Hälften 10a und 10b sind über eine Dampfleitung 8 mit dem Abhitzedampferzeuger 6 verbunden. Die Dampfleitung 8 ist in der Draufsicht von Fig. 1 in zwei Hälften 8a und 8b unterteilt. Die Hälften 8a und 8b sind über eine Dampfleitung 8 mit der Dampfturbine 10 verbunden. Die Dampfleitung 8 ist in der Draufsicht von Fig. 1 in zwei Hälften 8a und 8b unterteilt. Die Hälften 8a und 8b sind über eine Dampfleitung 8 mit der Dampfturbine 10 verbunden.

dampfzeuger 6 bilden ein Kanalsystem, das über einen Bypasskamin 12 hinter der Gasturbine 2 und einen Kamin 14 am Ausgang des Abhitzedampfzeugers 6 in die Atmosphäre mündet.

Beim Betrieb der Gasturbinenanlage 1 strömt heißes Rauchgas RG über den Rauchgaskanal 4 und durch den Abhitzedampfzeuger 6. Die im heißen Rauchgas RG enthaltene Wärme wird über innerhalb des Abhitzedampfzeugers 6 angeordnete Heizflächen 18, 20 und 22 an einen (nicht dargestellten) Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine 10 übertragen. Das abgekühlte Rauchgas RG verläßt den Abhitzedampfzeuger 6 über dessen Kamin 14.

Die Heizfläche 18 ist Teil einer Hochdruckstufe zur Erzeugung von unter hohem Druck stehendem Dampf für die Dampfturbine 10. Entsprechend sind die Heizflächen 20 und 22 Teil einer Mitteldruck- bzw. Niederdruckstufe. Ein Teil des in dem Abhitzedampfzeuger 6 erzeugten Dampfes kann in nicht näher dargestellter Weise als Prozeßdampf, z. B. für eine Industrieanlage, ausgekoppelt werden.

Innerhalb des Rauchgaskanals 4 sind zum Verschließen des Rauchgaskanalquerschnitts jalousieartig angeordnete Klappen 24 vorgesehen. Mittels dieser Klappen 24 wird der Rauchgaskanalquerschnitt vollständig oder teilweise verschlossen, wenn die Gasturbine im sogenannten "simple-cycle-Betrieb" allein betrieben wird. Das heiße Rauchgas RG aus der Gasturbine 4 wird dann vollständig bzw. teilweise über den Bypasskamin 12 abgeführt.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist außerhalb des Kanalsystems 4, 6 eine Zusatzfeuerungsanlage mit einem Brenner 26 und einem Gebläse 28 vorgesehen. Vorzugsweise sind mehrere Zusatzfeuerungsanlagen außerhalb des Kanalsystems 4, 6 symmetrisch angeordnet, die dann parallel geschaltet und einzeln oder gemeinsam betreibbar sind.

Der Brenner 26 und das Gebläse 28 sind in eine Gasleitung 30 geschaltet, die über Teilleitungen 32, 34 und 36 an verschiedenen Stellen in das Kanalsystem 4, 6 mündet. In jede der Teilleitungen 32, 34 und 36 ist eine Klappe 33, 35 bzw. 37 geschaltet. Zwischen dem Gebläse 28 und dem Brenner 26 ist eine weitere Klappe 38 vorgesehen, die in die Gasleitung 30 geschaltet ist.

Auf der Saugseite des Gebläses 28 ist eine Gasweiche 40 vorgesehen. Diese ist einerseits über eine Rauchgasleitung 42 an den Rauchgaskanal 4 angeschlossen, so daß die Gasturbine 2 ausgangsseitig mit dem Gebläse 28 verbunden ist. Andererseits ist die Gasweiche 40 an einer Frischluftleitung 44 angeschlossen. Dem Brenner 26 wird somit über das Gebläse 28 als Verbrennungsluft heißes Rauchgas RG aus der Gasturbine 2 und/oder Frischluft L zugeführt.

In dem Brenner 26 der Zusatzfeuerungsanlage erzeugtes Heißgas HG wird über die Gasleitung 30 und — bei geöffneten Klappen 33, 35 und/oder 37 — über die Teilleitungen 32, 34 bzw. 36 in Richtung der eingezeichneten Pfeile in das Kanalsystem 4, 6 geführt. Bei geöffneter Klappe 33 und geschlossenen Klappen 35 und 37 strömt das Heißgas HG vor dem Abhitzedampfzeuger 6 in den Rauchgaskanal 4. Durch Öffnen der Klappen 35 und 37 wird das Heißgas HG auch in den Abhitzedampfzeuger 6 vor dessen Heizflächen 20 bzw. 22 geführt. Dabei ist die Temperatur des Heißgases HG, z. B. durch Verändern der dem Brenner 26 pro Zeiteinheit zugeführten Menge an Verbrennungsluft L, RG, einstellbar.

Auch kann bei abgeschalteter Gasturbine 2 das bei

geöffneter Klappe 37 über die Teilleitung 36 geführte Heißgas HG lediglich zur Erzeugung von Niederdruckdampf genutzt werden, der dann z. B. zur Bedampfung von (nicht dargestellten) Wellendichtungen der Dampfturbine 10 dient. Bei gleichzeitig geschlossenen Klappen 33 und 35 wird dann kein Hochdruck- bzw. Mitteldruckdampf in den Heizflächen 18 und 20 erzeugt.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 sind mehrere Brenner 26' direkt an das Kanalsystem 4, 6 angebaut. Dabei sind beispielhaft ein Brenner 26' an den Rauchgaskanal 4 und zwei weitere Brenner 26' an den Abhitzedampfzeuger 6 angebaut. Während bei einem liegenden Abhitzedampfzeuger 6 die dort vorgesehenen Brenner 26' in Strömungsrichtung des Rauchgases RG hintereinander angeordnet sind, sind diese bei einem stehenden Abhitzedampfzeuger 6 in Ebenen unterschiedlicher Höhe angeordnet. Die Brenner 26' sind über Teilleitungen 32', 34', 36', in die Klappen 33', 35' bzw. 37' geschaltet sind, an eine ihnen gemeinsame Gasleitung 30' angeschlossen. In die Gasleitung 30' ist ein allen Brennern 26' gemeinsames Gebläse 28' geschaltet, dessen Saugseite wiederum mit einer Gasweiche 40' verbunden ist. Die Gasweiche 40' ist über eine Rauchgasleitung 42' an den Rauchgaskanal 4 angeschlossen und mit einer Frischluftleitung 44' verbunden. Über die Gasweiche 40' und das Gebläse 28' wird den Brennern 26' als Verbrennungsluft wiederum Rauchgas RG und/oder Frischluft L zugeführt.

Durch die Anordnung der Zusatzfeuerungsanlage 26, 28 oder 26', 28' außerhalb des Kanalsystems 4, 6 treten keine Druckverluste im Rauchgasstrom auf. Dies ist besonders vorteilhaft bei einer Nachrüstung einer bereits bestehenden Gasturbinenanlage 1 mit einer derartigen Zusatzfeuerungsanlage. Auch ist die Inbetriebnahme einer Gasturbinenanlage 1 mit einer derartigen Zusatzfeuerungsanlage besonders einfach, da die Inbetriebnahme des Abhitzedampfzeugers 6 weitgehend unabhängig von der Inbetriebnahme der Gasturbine 2 erfolgen kann. Da nur geringe Abhängigkeiten zwischen der Gasturbine 2, der Dampfturbine 10 und dem Abhitzedampfzeuger 6 bestehen, ist auch die Gesamtzeit zur Inbetriebsetzung der Gas- und Dampfturbinenanlage 1, 10 besonders kurz.

Die Bestandteile der Zusatzfeuerungsanlage, d. h. der Brenner 26, 26' und das Gebläse 28, 28' sowie die zugehörige Gasleitung 30, 30' können vorteilhafterweise für verschiedene Leistungsgrößen der Gasturbinenanlage 1 standardisiert werden, so daß die für den jeweiligen Abhitzedampfzeuger 6 erforderliche Heizleistung durch die Wahl von modular aufgebauten Zusatzfeuerungsanlagen 26, 28 oder 26', 28' angepaßt werden kann.

Als Brenner 26, 26' wird vorteilhafterweise ein unter atmosphärischem Druck betreibbarer Brenner verwendet, der nur wenig Stickoxide erzeugt. Ein derartiger Brenner wird auch als "Low NO_x-Brenner" bezeichnet. Durch den Einsatz eines Low NO_x-Brenners werden derart niedrige NO_x-Werte für die Gasturbinenanlage 1 erreicht, daß auch während des Betriebs der Zusatzfeuerungsanlage 26, 28 oder 26', 28' keine zusätzlichen Katalysatoren eingesetzt werden müssen.

Patentansprüche

1. Gasturbinenanlage (1) mit einem der Gasturbine (2) über einen Rauchgaskanal (4) nachgeschalteten Abhitzedampfzeuger (6) zur Erzeugung von Dampf, insbesondere für eine Dampfturbine (10), wobei der Rauchgaskanal (4) und der Abhitzedampfzeuger (6) in einem Kanalsystem (4, 6) angeordnet sind.

dampfzeuger (6) ein Kanalsystem bilden, gekennzeichnet durch eine außerhalb des Kanalsystems (4, 6) vorgesehene Zusatzfeuerungsanlage (26, 28, 26', 28') zur Erzeugung von Heißgas (HG), das in das Kanalsystem (4, 6) einbringbar ist. 5

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusatzfeuerungsanlage mindestens einen Brenner (26, 26') und ein Gebläse (28, 28') zum Zuführen von Verbrennungsluft (RG, L) zu dem oder jedem Brenner (26, 26') umfaßt. 10

3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (26) und das Gebläse (28) in einer im wesentlichen außerhalb des Kanalsystems (4, 6) verlaufenden Gasleitung (30) geschaltet sind. 15

4. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der oder jeder Brenner (26, 26') an das Kanalsystem (4, 6) angebaut ist, und daß bei mehreren Brennern (26') diese über eine ihnen gemeinsame Gasleitung (30') mit dem Gebläse (28') verbunden sind. 20

5. Anlage nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Saugseite des Gebläses (28, 28') über eine Gasweiche (40, 40') mit einer Frischluftleitung (44, 44') und mit einer an den Rauchgaskanal (4) angeschlossenen Rauchgasleitung (42, 42') verbunden ist. 25

6. Anlage nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasleitung (30, 30') mit einer an den Rauchgaskanal (4) führenden ersten Teilleitung (32, 32'; 4) und/oder mit einer an den Abhitzedampfzeuger (6) führenden zweiten Teilleitung (34', 36, 34', 36') verbunden ist. 30

7. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in jede Teilleitung (32, 34, 36, 32', 34', 36') eine Klappe (33, 35, 37, 33', 35', 37') geschaltet ist. 35

8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Heißgases (HG) einstellbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

40

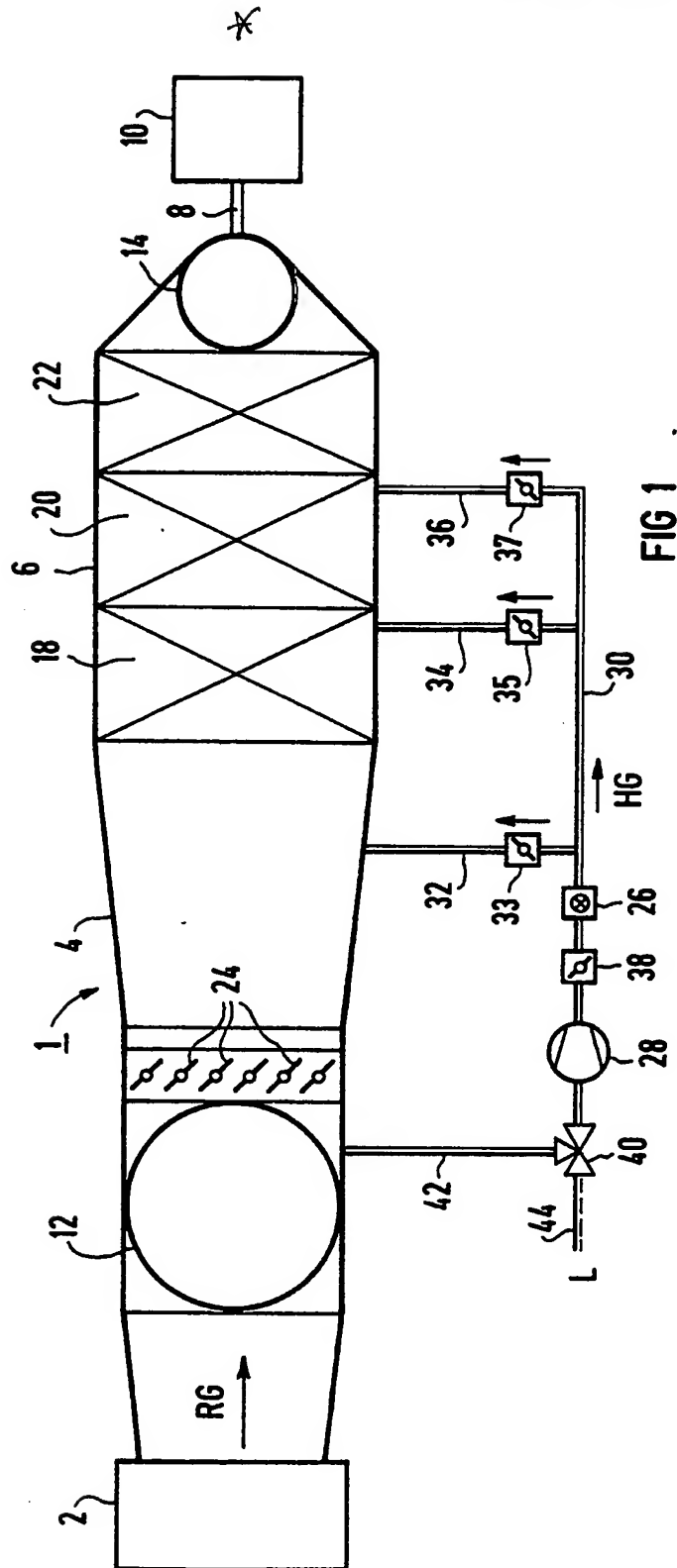
45

50

55

60

65



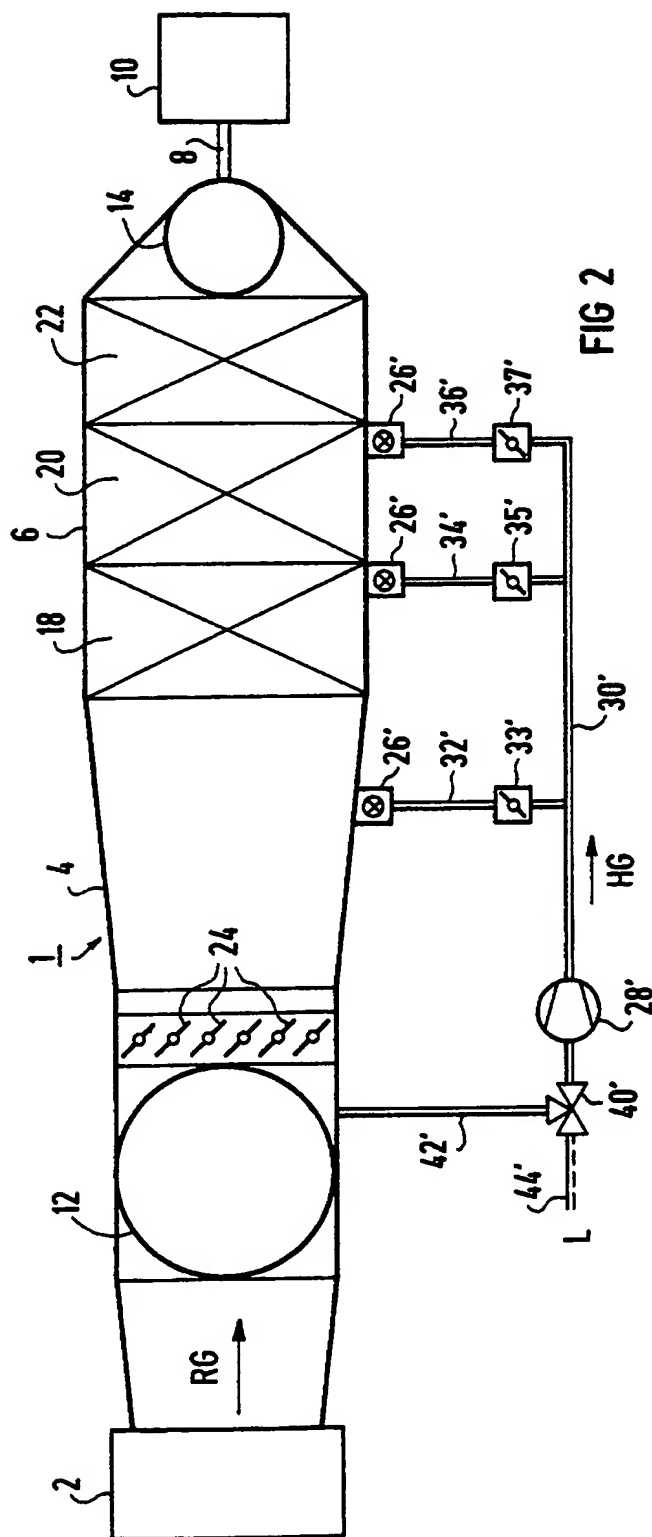



FIG 2

Gasturbinenanlage mit nachgeschaltetem Abhitzedampferzeuger

Patent number: DE4319936
Publication date: 1994-12-22
Inventor: KESSLER ALFRED DIPL ING (DE); SCHMID ERICH
DIPL ING (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- **International:** F01K23/10; F02C6/18
- **European:** F02C6/18, F02K3/08, F22B1/18K
Application number: DE19934319936 19930616
Priority number(s): DE19934319936 19930616

Also published as: WO9429642 (A1)

Abstract not available for DE4319936

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide